芒果之健康管理

黃瑞彰[1] 黃秀雯[1] 張錦興[2*] 林明瑩[1,3] 張淳淳[1] 吳雅芳[1]
潘佳辰[1] 卓家榮[1] 鄭安秀[1] 楊藹華[2]

[1] 行政院農業委員會臺南區農業改良場作物環境課副研究員、助理研究員、副研究員、助理研究員、助理研究員、助理研究員、退休技佐、研究員兼課長。臺灣臺南市。

[2] 行政院農業委員會臺南區農業改良場作物改良課副研究員、研究員兼課長。臺灣臺南市。

[3] 國立嘉義大學植物醫學系助理教授。臺灣嘉義市。

[*] 通訊作者，電子郵件：cschang@mail.tndais.gov.tw

摘要

臺南轄區的芒果多在山坡地上種植，相對的栽培管理、田間操作困難，導致施行成效不易展現。又，芒果係屬多年生作物，其生產易受環境氣候、樹勢、栽培措施及病蟲害等因子的影響，因此品質或產量相當不穩定，故需要一套由品種選用、栽培技術、肥培、田間規劃等管理策略，同時能達成有效管理病蟲害的整合性管理技術，才能有效的管控果實質、量。針對坡地芒果健康管理技術的導入，首重肥培管理，據 2011 年調查統計 4 個優良芒果外銷供果園產銷班員其平均年施肥折合複合肥料 26 公斤/公頃，施肥嚴重不足。為因應坡地果園施肥不便且能充分發揮肥效，本試驗採用深耕施肥技術，分別於南化田區(低投入區)與玉井田區(高投入區)經二年試驗調整後，最終二試驗區的果實品質包括單果重、果實色澤、可溶性固形物、酸度等深層施肥區與慣行處理間區皆無顯著差異，而南化田區單株採果數處理組 137 粒/株較慣行處理區 128 粒/株高，玉井田區則分別為 172 與 171 粒/株呈無顯著差異，顯示提昇施肥量及整合性管理有助產量提昇。2014 年為了更能生產安全優質的果品目標，配合肥培管理進行田間灌溉或排水試驗，結果顯示二試區土壤酸鹼度(pH 值)與有機質含量均偏低,除依合理施肥量外均添加苦土石灰，以提昇土壤 pH 值，促進養分有效性。葉片檢測資料顯示南化試區除鎂濃度外，其餘元素均較慣行處理區增加，玉井試區除鉀濃度降低外，其餘元素均較農友慣行處理區增加或相同；可知合理施肥促進養分吸收，進而提昇果實產量與品質，二試區產量均以合理施肥量處理最高，分別較慣行處

理區增加 13.5 與 30%，可溶性固形物則合理施肥量與合理施肥量加有機肥及滴灌處理最高處理最高，增加 0.2--1°Brix，並且降低果實酸度，尤以玉井試區合理施肥量加有機肥及滴灌處理最為明顯，故其糖酸比最高。再者，近幾來芒果小黃薊馬(*Scirtothripsdorsalis*)成為芒果主要的害蟲，為了提供農友正確防治契機，2012 年起開始監測其蟲口資料，由 2012 年初至 2014 年底資料顯示，族群高峰 2012 年主要發生於 5–6 月與 10–11 月，2013 年的 5–7 月與 10–11 月，2014 年 4–7 月與 10 月。藉由發佈新聞稿與簡訊知會農友及時防治，年度的防治效果以選果率表示，由 2012 年平均 40%，到 2014 年可達 60%以上，表示此監測系統已逐漸發生成效。

關鍵詞：芒果、深層施肥、灌溉、小黃薊馬、健康管理、整合性管理。

前言

依據行政院農業委員會農業統計年報 2013 年芒果種植面積為 16,508 公頃，年產量約 17 萬公噸，產值約 70 億元，主要栽種地區為臺南、高雄、屏東等地，臺南市占 7,870 公頃為最大的產區，惟多數集中在山區，因園區所在位置、品種、樹齡、方位與土壤特性，其土壤肥力與葉片礦物營養差異甚大，而造成生產質量有所不同(Young and Koo, 1969,1971; Koo and Young, 1972)，必須根據土壤與葉片檢測，配合營養元素含量標準，以決定該肥料施用量、施用時機(Job, 1989)。為提昇芒果產業之競爭力，農友應重視合理化施肥之觀念，過多過少、時機不對皆有損地力，尤其在水土保持不易的山坡地區應注重施肥的有效性，根據果園土壤特性來調節肥料的施用，以節省肥料用量、提高肥料之利用效率，才能避免施肥不當所造成土壤酸化、鹽化及水源環境污染等問題，而達到產業永續發展之經營目標。有機肥的施用是另一管理作業要點，近年來隨著果樹栽培技術的進步，及對環境生態保護意識的覺醒，有機肥的使用越來越受到重視。故在合理化施肥措施上提供土壤肥力檢測與葉片分析，除了建議肥料施用量、施肥配方、施用時機，改善施肥方式是另一重點，例如深層施肥，以減少山坡地果園肥力流失、提高施肥效率。

果樹為多年生之作物且體積龐大，需要有強大的根系深入廣大的土壤範圍內吸收養分與水分，針對施肥方法的建議，幼樹期採用條狀施肥或放射狀施肥，成樹時則用井字狀掘溝施肥，但由於農村勞力不足、人力老化及工資昂貴，多採人工表面撒施，肥料施用效率低，根有向肥料之處伸長之特性(向肥性)，如此果樹會變成淺根性，對旱害及寒害的抵抗性變弱，且土壤因降雨侵蝕而肥料的

流失甚大，易造成河川或水庫污染。故欲誘導根深入地中並增加施肥效率，須採肥料深施方式。綜觀國內的農業生產環境，果樹的管理作業有迫切的機械化與自動化需要，不只是單純的在解決人力不足和老化的問題，同時也在減少果樹栽培對生態與環境的衝擊，如滴灌與微噴灌的使用可增加了水資源的使用效率，除提升了產品的品質外，同時減少了對環境的污染，這些都是國內近年來在果樹管理作業中研發的方向與成果。

臺灣年平均降雨量達 2,510 公釐，是世界平均值的 2.6 倍，但因降雨分配不均，加上地形陡峭、河川短小，約有 60%以上的降水量直接排入海洋，平均每位國民可分配之淡水量不到世界平均值的六分之一。在水資源如此不足下，農業用水卻占 73%，未來如因水資源不足，農業用水必定受到影響。另一方面，栽種於坡地的作物，大多仰賴大型蓄水池供水灌溉，但蓄水池容量有限，在夏季枯水期需大量用水時，常有水源汲取不易及不足的情形，如何提高灌溉用水的使用效率即成為重要課題。而果樹的生長發育及結果各階段，必須有適宜的水分才能正常進行。例如臺灣芒果生育關鍵期為：一、修剪後枝梢萌發生長期，約在 8 至 9 月時；二、開花結果期，此時為 2 至 4 月。臺灣主要雨季由 5 月至 9 月，10 月至 4 月則是旱季，常有旱澇不均情形。8 至 9 月採收修剪後係屬枝梢萌發生長期，此時仍是雨季，施用基肥並適度給水可使結果枝生長強健，有利來年開花結果(Davenport, 2007)。11 月下旬至 12 月中旬(陳等，2006)是臺灣芒果花芽分化的關鍵時期，此時正值旱季與冬季低溫有利花芽分化，停止供水可減緩隔年結果情形。2 至 4 月間開花期亦是旱季，據 Pongssomboom 氏(1991)以愛文芒果所作的調查，開花期至謝花後 1 個月內，有水分逆境的芒果園其著果量僅剩 3%。果實生育後期應減少水份供應，大雨會造成甜度降低而影響品質。因此，如何控制果樹水分之供給為影響產量及品質、病蟲害防治上重要因素。目前農友大都依經驗、時間及氣候條件作為灌溉的依據，難有客觀的標準，本研究擬利用土壤水分感測器監測土壤水分變化，並針對芒果試驗研究灌溉時機，建立適當灌溉模式，搭配合理肥培管理，以生產優質芒果。

再者，芒果種植區域又相當集中，久而久之，生產管理最常發生病蟲管理問題， Pena 等(1998)指出芒果與大多數果樹一樣，通常受 2-3 種主要害蟲為害，少數次要及大量當地非經常性出現的偶發性害蟲。顯然自 2005 年起臺灣芒果即明顯受到小黃薊馬(*Scirtothripsdorsalis*)為害，影響果實的良果率。推究其因在於小黃薊馬在芒果上全年發生，世代短繁殖力強，蟲體細小易躲藏，防治難度高，寄主達 100 多種植物(Majid et al., 2011; Mound, 2007; Mound and Kibby, 1998)，為芒果重要害蟲，主要為害嫩葉、花穗與幼果，造成新葉捲曲變形，危害花穗

影響結果數量，幼果表皮粗糙。小黃薊馬繁殖世代短，由卵發育成成蟲在 25℃條件下所需日數為 17.3 日，27℃條件下則僅需 15.3 日(Yamakuchi et al., 2001)；由於全球溫暖化，部分病蟲害一年之間發生世代增加，冬季之死亡率下降、於春天出現時間提早、或及分佈範圍更向北移等(Yamamura and Kiritani 1998)。因此產生推薦藥劑仍無法有效防治，並容易產生抗藥性等問題，造成農民用藥的偏頗。綜合防治方法(Integrated pest management)在栽培生產是最有效的管理方式，尤其近年來對食品安全的要求日趨慎重(黃等, 2008; Kararet. al., 2009; U.S. Environmental Protection Agency, 2010)，因此，由栽培技術、合理化施肥及病蟲害整合性管理技術，希望能從源頭做好自主管理，建立起對生產者(農民)、消費者、作物本身的安全健康，同時對自然環境友善的衛生安全農產品之無縫管理體系，是芒果整合性栽培管理中最重要的一環。

材料與方法

一、芒果合理化施肥管理

2011-2013 年試驗區設立於臺南市芒果專業區：南化區陳世勳農友處(N 23022543, E 120291796)及玉井區吳清進農友處(N 2303302, E 12030112)；2013-2014 年則於臺南市芒果專業區，設立二試驗區南化區張銘良農友處(N 2359086, E 12033064)，玉井區吳清進農友處(N 2303302, E 12030112)配合土壤與葉片肥力檢測分析，推薦芒果合理施肥量，評估深層施肥的長期效應對其對芒果品質與產量。

(一)土壤分析

於臺南本場土壤肥料研究室進行導電度、pH、有機質含量及主要與次要元素測定。土壤導電度以土：水＝1：5 作成懸浮體，過濾後，以導電度計(US597型)測定。pH 值以土：水＝1：1，平衡一小時後以玻璃電極法測定。有機質以總有機碳分析儀(TOC)測定。土壤磷以 Bray No.1 抽出，鉀、鈣、鎂以 Mehlich No. 3 抽出後用感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)測定。

(二)坡地芒果果園水分滴灌裝置

設置坡地芒果果園養液滴灌設備，測試其穩壓、節流的功能，配合利用水分張力計，監控土壤中的水分狀態，再以流量計估算灌溉水的流量，達到對灌溉水的監控，最後再搭配作物生長量的紀錄，以隨時調整灌溉水量。

(三)試驗設計

1. 2011-2013 年的試驗每試區各進行 2 個處理，每處理 3 重複，每重複 3 株。處理方法為深層施肥組：於 9 月上旬田間修剪後進行處理以深層施肥機進行打洞，洞深 90 cm，直徑 20cm，每株打 6 個洞，平均施以 0.5 公斤臺肥 43 號複合肥(NPK 為 15-15-15)加上田寶有機肥 3 公斤；對照組：每株平均施以 0.5 公斤臺肥 43 號複合肥(NPK 為 15-15-15)加上田寶有機肥 3 公斤進行地上撒施。
2. 2013-2014 年的試驗每試區各進行 4 個處理，Ⅰ：施肥量依農民慣行量；Ⅱ:施肥量依合理施肥推薦；Ⅲ:施肥量依合理施肥推薦與每株施有機肥 15 公斤；Ⅳ：施肥量依合理施肥推薦與每株施有機肥 15 公斤，並以滴灌供應水分。每處理 3 重複，每重複 1 株。詳細施肥如下列：

處理	南化試區	玉井試區
Ⅰ	臺肥 1 號 4 公斤	臺肥特 43 號 4 公斤
Ⅱ	臺肥特 43 號 3 公斤，苦土石灰 2 公斤	臺肥特 5 號 3 公斤，苦土石灰 2 公斤
Ⅲ	臺肥特 43 號 3 公斤，苦土石灰 2 公斤，臺糖田寶 11 號有機肥 15 公斤	臺肥特 5 號 3 公斤，苦土石灰 2 公斤，臺糖田寶 11 號有機肥 15 公斤
Ⅳ	臺肥特 43 號 3 公斤苦土石灰，苦土石灰 2 公斤，臺糖田寶 11 號有機肥 15 公斤，滴灌供應水分	臺肥特 5 號 3 公斤，苦土石灰 2 公斤，臺糖田寶 11 號有機肥 15 公斤，滴灌供應水分

(四)調查項目包括：土壤養分轉形、植體分析及果實產量與品質。

二、小黃薊馬族群調查

(一)試驗調查建立

從 2012 年初至 2014 年底，臺南愛文芒果主要產區選定 6 個調查點(山尾寮、鏡面、烏山、玉山、斗六仔、愛文山)，使用黃色黏紙(10.5×15 公分)懸吊於花穗或嫩梢處，每一調查點隨機選取 4 顆樹，每顆樹懸吊 1 張黏紙，每週更換一次新黏紙，黏紙帶回實驗室以顯微鏡觀察記錄蟲數與推算薊馬主要發生時期。

(二)果實等級調查

2012 與 2013 年疏果後的果實生長期開始至套袋前，調查表皮被薊馬的為害狀況，選定 4 個調查點(山尾寮、鏡面、烏山、斗六仔)，每一調查點隨機選取 10 植株，每一植株隨機觀察 10 顆果實，表皮受薊馬被害面積 10%以下為 1 級品，被害面積 10–30%為 2 級品，30%以上為 3 級品，記錄每顆果實的等級。

結果與討論

一、芒果合理化施肥措施

(一)合理化施肥試驗

臺南地區山坡地果園普遍施肥不足，經調查結果顯示多數僅用葉面液體肥料於果實生長期施用，換算成施用複合肥料其每單位面積施肥量為 16-96 公斤/公頃，平均則 26 公斤/公頃；主要在於山坡地施肥不方便，更重要的是山坡地土壤肥力保持不易，易受雨水沖刷淋洗，因此本試驗設計深耕施肥田間試驗處理，擬以改善芒果施肥效益。2012 年期調查產量則南化試驗深層施肥處理組為 118±23 粒/株，與對照組 121±17 粒/株，玉井則平均為 183-184 粒/株，產量與品質分析各項調查數據之間皆呈無顯著差異(資料未顯示)，探討其原因為 2012 年為第一年期(2011-2012 年)試驗，處理結果尚牽涉到植株生理特性、樹勢、氣候、去年施肥殘存效應等，無法以第一年試驗結果為論，必須經長期試驗調查。在 2 個不同的主產區進行試驗經過 2 年後，即 2013 年的第二年期(2012-2013 年)成熟期調查單株採收量，在南化試區深層施肥處理為 137±11 粒/株，與對照組 128±7 粒/株呈顯著差異，但在玉井試區則平均在 171-172 粒/株並無差異(表 1)。7 月份果實成熟採收進行果品調查分析的結果顯示，處理組與對照組各項調查項目中無論外觀與內在品質皆無顯著差異(表 2 與表 3)。顯示二年施肥試驗的效益在於南化試區增加產量，主要原因在於南化試區為低投入區，即在整枝修剪、肥培管理與病蟲害管理較不到位，歷年來的生產呈現大小年變動的不穩定現象，調查其平均施肥量則每年折合複合肥料 40 公斤/公頃不到、且多以葉面噴施為主的果園，因此在導入深層施肥後其植株產量慢慢提昇，但 2013 年為臺南地區近 10 年來的最大年，平均產量 13,159 公斤/公頃，因此推測若能持續施肥則能穩定生產，無所謂小年現象，這個例子表現在高低入區的玉井試區，每年的施肥量為有機肥 2,080 公斤、化學肥料 540 公斤/公頃(折合複合肥料)，雖遠低施肥推薦用量，但其栽培管理皆甚為到位，每年的單株產量在於 170–200 粒/株之間，但經土壤檢測結果，玉井試區土壤 pH 值在 4.3–5.9 之間，土壤有點偏酸性，因此若能再調整施肥配方或可提高產量與產質。

2013-2014 年間二試區分別於試驗前進行採取土壤樣品分析，資料顯示二試區土壤酸鹼度 (pH 值) 與有機質含量均偏低 (表 4 及 5)，因此試驗處理除依合理施肥量外每株均添加苦土石灰(南化試區 2 公斤，玉井試區 4 公斤)，以提昇土壤 pH 值與促進養分有效性。肥料施用則採深層施肥 (圖 1)。依據土壤檢測資料，顯示南化試區處理Ⅲ與處理Ⅳ二處理處理後土壤 EC 值上升，pH 值則除

表 1.深層施肥對不同芒果試區單株產量之影響(2011-2012 年)
Table1.The effect of deep placement on yield of mangos.(2011-2012)

處理	南化試區(粒/株)	玉井試區(粒/株)
深層施肥	137±11	172±23
CK	128±7	171±17

表 2.深層施肥對芒果果實品質調查分析(2011-2012 年)
Table2.The effect of deep placement on quality of mangos.(2011-2012)

處理	Weight (g)	fruit length (mm)	fruit diameter(mm)	fruit thickness (mm)	Total soluble solids (^{o}Brix)	Titratableacidity (%)
深層施肥	467.2 ±83.9	118.1±8.8	86.3±5.3	81.0±5.7	13.4±1.6	0.19±0.07
CK	482.0±157.5	119.1±14.5	86.4±10.4	79.4±9.1	13.3±2.2	0.17±0.06

表 3.深層施肥對芒果果實外觀色澤分析(2011-2012 年)
Table3.The effect of deep placement on peel color of mangos.(2011-2012)

處理	L	a	b	c	h
深層施肥	45.8 ±6.0	16.0±7.1	30.4 ±8.6	35.8 ±5.1	60.7±16.7
CK	47.5±6.5	15.4±7.7	31.0±8.2	36.0±5.3	62.3±16.2

表 4. 不同施肥處理對芒果土壤成分之影響(南化試區，2013-2014 年)
Table 4. The effect of analysis of different fertilizers on the soil fertility with planted mangos.

Treatments	EC(1:5) (dS/m)	pH (1:1)	OM (%)	Bray-1P (mg/kg)	Ex. K (mg/kg)	Ex. Ca (mg/kg)	Ex. Mg (mg/kg)
試驗前							
表土	0.02	5.37	1.81	57	112	948	114
底土	0.02	5.14	1.75	19	82	821	92
試驗後							
Ⅰ-表土	0.02	4.92	1.69	46	111	644	71
Ⅰ-底土	0.02	4.90	1.43	31	108	612	65
Ⅱ-表土	0.02	5.69	1.82	43	94	1147	122
Ⅱ-底土	0.02	5.50	1.58	33	72	949	117
Ⅲ-表土	0.04	5.76	2.31	24	146	1335	116
Ⅲ-底土	0.06	5.65	2.16	23	132	1324	172
Ⅳ-表土	0.04	6.05	2.37	18	114	1174	111
Ⅳ-底土	0.03	5.34	1.52	17	60	888	98

表 5. 不同施肥處理對芒果土壤成分之影響(玉井試區，2013-2014 年)
Table 5. The effect of analysis of different fertilizers on the soil fertility with planted mangos.

Treatments	EC(1:5) (dS/m)	pH (1:1)	OM (%)	Bray-1P (mg/kg)	Ex. K (mg/kg)	Ex. Ca (mg/kg)	Ex. Mg (mg/kg)
試驗前							
表土	0.04	5.44	1.26	240	176	1653	195
底土	0.04	4.60	0.57	117	127	545	83
試驗後							
Ⅰ-表土	0.15	5.00	1.05	281	287	1253	130
Ⅰ-底土	0.18	4.33	0.55	191	215	491	74
Ⅱ-表土	0.04	5.92	1.81	179	197	1756	188
Ⅱ-底土	0.06	5.28	0.62	89	143	1208	140
Ⅲ-表土	0.05	5.90	2.03	142	176	1855	160
Ⅲ-底土	0.05	5.07	0.89	134	156	1219	114
Ⅳ-表土	0.13	6.14	3.13	276	260	2067	149
Ⅳ-底土	0.11	4.36	1.15	265	238	1369	135

圖 1. 深層施肥－穴施
Fig. 1.Deep placement of fertilizer-hole application.

農友慣行施肥量處理 I 降低外，其餘處理因添加酸性土壤改良資材而上升，有機質含量處理Ⅲ與處理Ⅳ增加；有效性磷則四個處理組均降低，鈣與鎂含量除農友慣行施肥量處理外，其餘處理因添加苦土石灰有增加趨勢 (表 4)。玉井試區農友慣行施肥量與處理Ⅳ試驗後土壤 EC 值上升，pH 值與有機質含量除農友慣行施肥量處理降低外，其餘處理組皆上升；有效性磷則處理Ⅲ與處理Ⅳ增加，鈣與鎂含量同樣除處理 I 外，其餘處理皆呈增加趨勢 (表 5)。

經葉片檢測資料顯示，南化試區除鎂濃度外，其餘元素均較農友慣行施肥量處理增加(表 6)，玉井試區除鉀濃度降低外，其餘元素均較處理 I 相同或增加(表 7)；採收期調查產量，二試區產量均以處理Ⅱ最高，分別較農友慣行施肥量處理增加 13.5 與 30%，可溶性固形物則處理Ⅱ與處理Ⅳ最高，增加 0.2–1 ^{o}Brix，且合理施肥可降低果實酸度，尤以玉井試區處理Ⅳ最明顯，糖酸比最高(表 9 及 10)。由此可知，依各試區土壤特性調整施肥成分的合理施肥方法，可以促進芒果植株養分的吸收，進而提昇產量與品質。

合理的肥料施用成分及其施用量依據土壤肥力而定，芒果生產應先了解土壤可提供植株之養分量，再決定芒果施肥量之多寡，故需考慮樹齡、當年結果量、樹體的營養、土壤肥力、品種等因素進行調整。施肥前一個月，即在採果後修剪完成時，進行土壤採樣進行肥力分析，再依推薦用量來調整基肥及追肥施用量。基肥的施用在果實採收後並完成整枝修剪後進行，以補充結果時所消耗的養分，促進結果母枝的生長及養分蓄積，供來年開花結果之用，是以深層施肥 1 次使用為原則，深度為 20–60 公分皆可，施肥位置以樹冠周圍最佳，以根群(幼根)所在位置為主，以利吸收養分，開花結果期再依需要進行追肥補充。

雖本試驗資料顯示合理施肥處理可促進養分吸收，唯除玉井試區鎂元素濃度在適量範圍外，其餘均在不足範圍(表 4 與表 5)，表示可增加施肥量或調整施肥次數以減少肥分流失，增加葉片元素濃度。芒果對土壤酸鹼度適應性甚廣(pH = 5.6–8.5)，但欲生產優質芒果，仍以微酸至微鹼性土壤為宜(pH = 6.0–8.0)，據調查本場健康管理計畫輔導的 14 個產銷班員土壤檢測資料中(資料未顯示)，若是泥岩土質的果園其生產果實品質較高，主因為泥岩土質含鈣量甚高，有效性鈣高達 2,000–5,000ppm，較其它土壤的果園高約 2 倍以上；因此，酸性土壤(pH<6.0)的果園，有必要進行酸鹼度改良，一般以鹼性資材做為改良劑，例如苦土石灰、蝦、蟹殼粉、蚵殼粉、鎂鈣肥、鎂綠素等石灰性資材。用量則需視土壤反應(pH 值)而定，一般土壤 pH< 6.0 時即需施用，每分地約 100–200 公斤，施用時要盡量與土壤混合，施用方法有條施(平地)、穴施(山坡地)效果較佳，亦可部分撒施，若能配合有機肥料施用或除草覆蓋效果更佳。有機肥的施用一直

是果樹經營中極為重要的管理作業，近年來隨著果樹栽培技術的進步，及對環境生態保護意識的覺醒，有機肥的使用越來越普遍也受到重視，但坡地果園長年不當的使用化學肥料，則易導致土壤酸鹼值過高及過低，並未及時補充有機質肥料，至使土壤有機質含量偏低，加上臺灣夏季氣候高溫多雨有機質分解快，建議需多加施用有機質肥料以改善土壤理化性質。

表 6. 不同施肥處理對芒果養分濃度之影響(南化試區，2013-2014 年)
Table6. The effect of different fertilizers on the nutrient contents of mango leaves

Treatments	N	P	K	Ca	Mg
	-----------------------		%		-----------------------
I	1.50	0.09	0.51	1.98	0.29
II	1.51	0.10	0.56	2.40	0.26
III	1.57	0.10	0.57	2.42	0.27
IV	1.55	0.10	0.61	2.10	0.27

表 7. 不同施肥處理對芒果養分濃度之影響(玉井試區，2013-2014 年)
Table7. The effect of different fertilizers on the nutrient contents of mango leaves.

Treatments	N	P	K	Ca	Mg
	-----------------------		%		-----------------------
I	1.82	0.10	0.90	2.22	0.30
II	1.90	0.11	0.78	2.37	0.32
III	1.91	0.10	0.70	2.45	0.32
IV	1.86	0.10	0.75	2.46	0.33

表 8. 芒果葉片各種元素之適宜及過量濃度範圍
Table 8.The optimum and excessive range on the nutrient concentration of mango leaves.

Nutrients	N	P	K	Ca	Mg
	-----------------------		%		-----------------------
範圍					
適宜	2.2–2.58	0.12–0.18	1.4–1.7	2.5–4.5	0.26–0.50
過量	3.5 以上	0.30 以上	2.3 以上	6.0 以上	1.0 以上

表 9. 不同施肥處理對芒果產量品質之影響(南化試區，2013-2014 年)
Table 9.The effect of AMF inoculation on yield and quality of mangos.

Treatments	Yields (kg ha^{-1})	Total soluble solids(°Brix)	Titratableacidity (%)	Total soluble solids / Titratable acidity
I	14,200	15.9	0.20	79.5
II	16,120	16.1	0.19	84.7
III	15,840	16.1	0.19	84.7
IV	15,800	16.1	0.19	84.7

表 10. 不同施肥處理對芒果產量品質之影響(玉井試區，2013-2014 年)
Table 10.The effect of AMF inoculation on yield and quality of mangos.

Treatments	Yields (kg ha^{-1})	Total soluble solids (^{o}Brix)	Titratableacidity (%)	Total soluble solids / Titratableacidity
I	28,800	15.3	0.22	69.5
II	37,440	16.3	0.22	74.1
III	34,840	15.9	0.22	72.3
IV	31,960	16.3	0.19	85.8

(二)坡地芒果果園水分滴灌系統

1. 水分滴灌設備裝設與測試

滴灌裝設於樹冠下，配合土壤水份張力感應電子石膏塊設置於滴水範圍內，以監控土壤中的水分狀態，為了減少雨水影響試驗結果試驗植株以塑膠帆布覆蓋。

因芒果植株耐澇耐旱，在缺乏水源的山坡地區亦可種植、生產，這普遍造成農民對芒果水分管理的忽視，於是芒果生長所需要的水分均靠天然雨水的供給，在氣候不順的年份，要有產量高、好品質的芒果甚不容易。芒果樹整年生長發育：包括枝條抽稍生長、抽花穗、開花、結果、果實肥大、果實成熟等，橫跨春、夏、秋、冬，週而復始，不同生育期有不同的需水量，臺灣氣候類型秋冬為旱季而夏季常暴雨，對芒果而水量分配極不平均，若僅以適時自然雨水供給極為困難，因此若想要滿足芒果各生育階段所需而提高品質穩定產量則極為困難，因此合理的水分管理極為必要。

芒果 1–4 月間的開花、著果與果實急速生長期，與 7–9 月間果實採收後新梢萌發，二個生育階段皆需大量水分與肥料，若遇旱季或雨量不確定，最好備有蓄水池與噴灌設施，給予適當水分補給。為促進枝梢成熟與花芽分化，10 月後氣溫漸降、土壤漸乾，果園應停止灌溉以防止繼續抽梢。灌水的分佈面積應擴及樹冠覆蓋的地面，最好能深入底土層，且應避免噴及葉片或果實，避免感染病害。

滴水灌溉使每一植株得到等量的灌溉水，使作物的成長更趨一致，栽培管理與病蟲害管制，並可帶來較佳的生產效益。滴水灌溉系統可廣泛適用於各種地形和土壤，是因應砂地水分供應不足地區的產物，因此沒有土壤流失的缺點，相對的在山坡地種植亦可應用。然滴灌系統最嚴重的問題是出水口阻塞而損及整個系統的輸水效率，阻塞的原因是因水中的微粒與藻菌類或出水口周圍及水

管內壁污泥集聚所引起的，若水壓低、出水口小以及水流速低更使阻塞加劇。因此必需透過監測系統加以監測，經常清理或應用過濾器減少阻塞，甚至經過水質處理系統才維持優質的灌溉水質(圖 2)。

2.土壤水分感測系統

本試驗使用的土壤水分感測系統主要由土壤溫度感測器、土壤水分感測器及資料收集器等三項組成，用以量測土壤潛勢。

(1)土壤水分感測器

土壤水分張力感應電子石膏塊埋設深度分別於 40、60 及 80 公分(玉井試區)，可測量土壤中水分張力的範圍為 0 至 200 分巴。經由監控土壤中的水分狀態，再以流量計估算灌溉水的流量，達到對芒果灌溉水量的監控。土壤中水分含量多少可由土壤資料收集器的數字而得 (圖 3)：0–15 分巴時土壤含水量約

圖 2. 定期清洗過濾設備

Fig. 2. Clean a filter periodically.

圖 3. 監測資料下載

Fig. 3. Download data from monitor.

16%，20–40 分巴時土壤含水量約 10%。此種土壤水分狀況可藉由定量滴灌加以調控。由土壤水分感測系統顯示試區土壤於 3 月上旬較乾 (圖 4)，正值芒果幼果發育期，若能及時補充土壤水分，可有利提昇肥效、促進果實發育。6 月則是臺灣雨季的開始，土壤含水量呈現增加的趨勢，至 7 月下旬各土層含水量達到最高 (圖 5)。

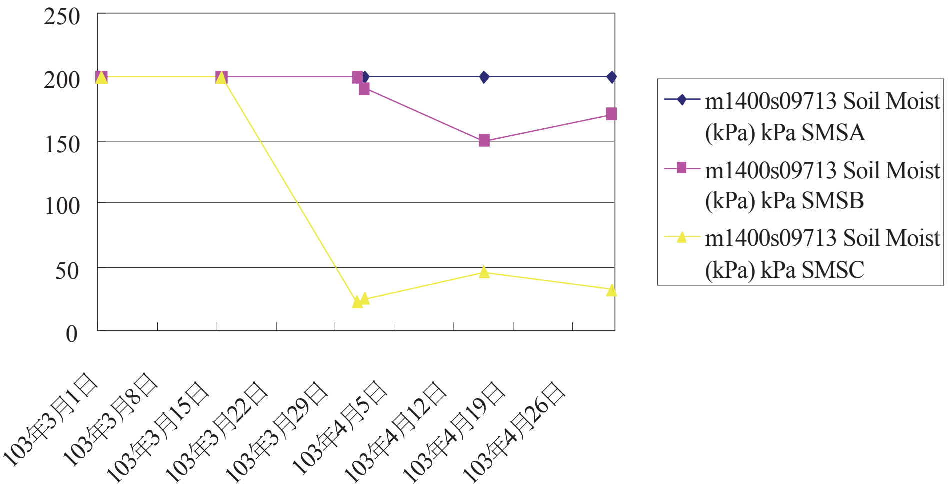

圖 4. 玉井試區水分監測(3–4 月，2014 年)
Fig. 4. Moisture monitor (March–April, 2014)
A: 40 cm; B: 60 cm; C: 80 cm

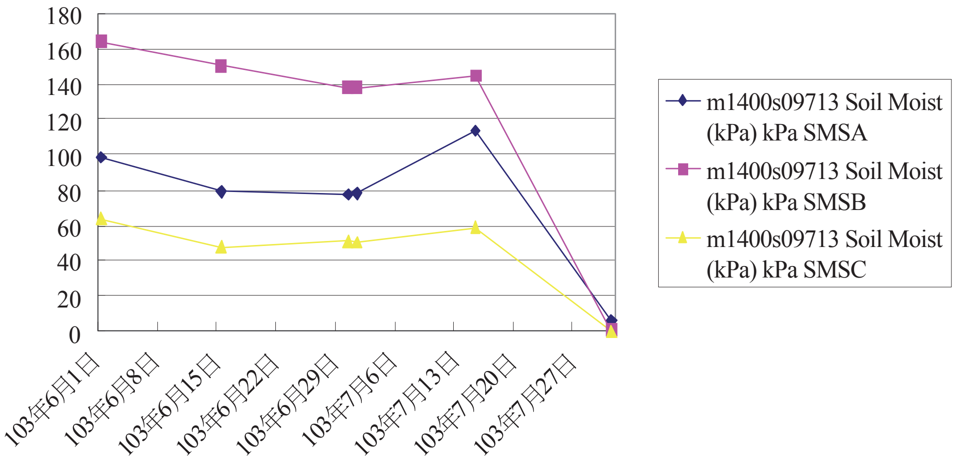

圖 5. 玉井試區水分監測(6–7 月，2014 年)
Fig. 5. Moisture monitor (June–July, 2014)
A: 40 cm; B: 60 cm; C: 80 cm

(2)土壤溫度感測器

土壤溫度感測器可量測土壤溫度範圍為-40–60℃，也可作為土壤水分值的校正。在深度 60 公分處裝設土壤溫度感測器監測土壤溫度，資料顯示其隨氣溫增高而提昇，由 3–4 月之 21.4–26.5℃至 6–7 月之 26.9–30.5℃。

2014 年水分管理試驗初步測試結果顯示，芒果幼、中果期整個果實生育期間，玉井、南化試區分別以每株供應 100 與 150 公斤的灌水量，可提升肥效，促進養分吸收，提昇果實產量與品質。因此，未來擬在芒果開花、著果、果實急速生長期與果實採收後新梢萌發等不同時期，探討最適的供水次數與供水量與肥培管理。同時設立小型氣象站，瞭解微氣候包括雨量與氣溫，配合作物生長變化的紀錄，以調整灌溉水量，藉此了解改變田間微氣候相以探討水分與肥培管理對果實產量與品質之影響。

二、小黃薊馬族群調查

經由三年(2012-2014)針對小黃薊馬蟲數的觀察記錄，蟲數高峰於 2012 年主要發生於 5–6 月與 10–11 月，2013 年的 5–7 月與 10–11 月，2014 年 4–7 月與 10 月(圖 6)。2–3 月的盛花到幼果期，此時氣候漸暖，薊馬族群逐漸上升(圖 6)，此時間點為影響果實品質的關鍵時期，務必做好薊馬防治，因此每年花期來臨前，皆召開講習會加強宣導病蟲害綜合性防治與安全用藥，當每週的監測數值

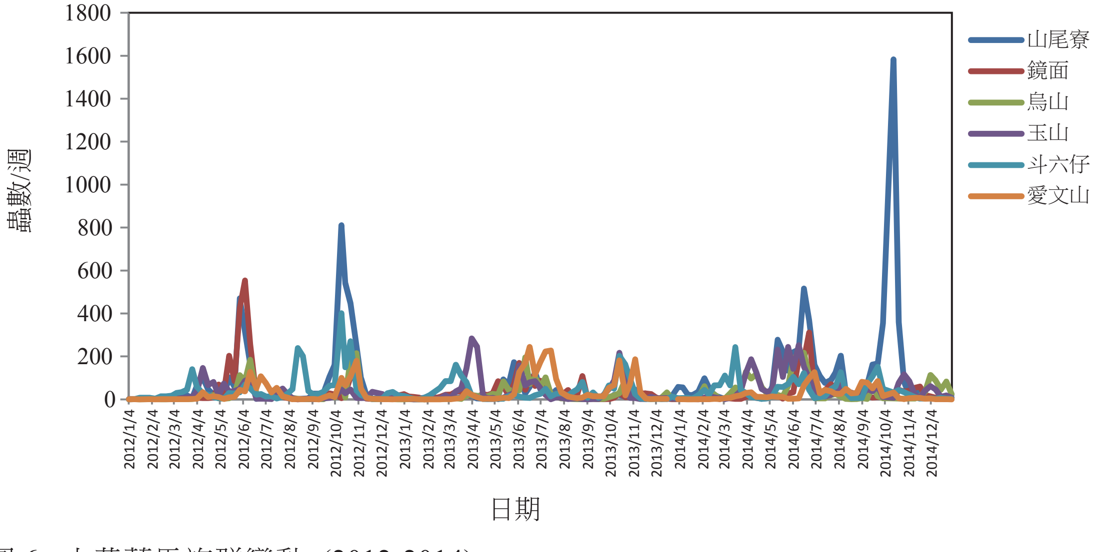

圖 6. 小黃薊馬族群變動 (2012-2014)

Fig. 6. Population fluctuation of *Scirtothripsdorsalis* (2012-2014).

40 隻/粘板，即以手機及時簡訊通知，同時發布新聞預告農民防治。套袋前最後一次施藥，採用安全採收期短的藥劑，或是使用有機資材做最後一次的防治，可避免藥劑殘留。臺南芒果每年約在 4–5 月套袋，6–7 月採收，此時期已不再噴藥，且南部夏季氣候炎熱，小黃薊馬族群上升。10–11 月植株抽新梢，則是薊馬族群的另一高峰期，此時期的防治可用藥效較長的藥劑，除降低新梢被害率，也可減少用藥次數。大部分的芒果農民都有自己慣行的噴藥頻率，外銷供果園的農民平時就很注意防治，對表皮完整性的要求嚴格，果實於套袋前最後一次調查 100%為一級品(表 11)，同時這個結果表現在歷年來的選果率，依調查南化地區 45–75%之間、玉井地區則為 35–65%，較未進行監測前的 15–40%為高，顯示今年以監測系統作為小黃薊馬防治策略效果顯著。又，2013 與 2014 年的藥檢合格率示範區(即監測點所屬農民)皆 100%，整體臺南場轄區內芒果園 2 年亦分別高達 91.91、99.25%，呈現正面進步的效果。

表 11. 芒果果實級數調查
Table 11.Mango fruit grading investigation

地點	山尾寮			鏡面			烏山			斗六仔		
果實級數	1 級	2 級	3 級	1 級	2 級	3 級	1 級	2 級	3 級	1 級	2 級	3 級
調查日期	2012 年											
2012/5/9	99%	1%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2012/5/16	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2012/5/23	已套袋			100%	0%	0%	100%	0%	0%	已套袋		
2012/5/30				已套袋			已套袋					
	2013 年											
2013/4/10	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	99%	1%	0%
2013/4/18	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2013/4/24	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2013/5/1	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2013/5/8	已套袋			100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%
2013/5/15				100%	0%	0%	100%	0%	0%	已套袋		
2013/5/22				100%	0%	0%	100%	0%	0%			
2013/5/29				已套袋			100%	0%	0%			
2013/6/5							已套袋					

結論

由 2013–2014 年試驗資料顯示二試區土壤酸鹼度 (pH 值) 與有機質含量均偏低，除依合理施肥量外均添加苦土石灰，以提昇土壤 pH 值，促進養分有效性。再由葉片檢測資料顯示南化試區除鎂濃度外，其餘元素均較農友慣行施肥量處理增加，玉井試區除鉀濃度降低外，其餘元素均較農友慣行施肥量處理增加或相同；由此可知合理施肥可以促進養分吸收，進而提昇果實產量與品質，二試區產量均以合理施肥量處理最高，分別較農友慣行施肥量處理增加 13.5 與 30%，可溶性固形物則合理施肥量與合理施肥量加有機肥及滴灌處理最高，增加 0.2–1°Brix，且合理施肥可降低果實酸度，尤以玉井試區合理施肥量加有機肥及滴灌處理最明顯，糖酸比最高。

利用灌溉系統進行栽培管理，在國外已行之有年，但在臺灣仍屬於起步階段，近年乾旱風災頻傳，若能做到節水、省工，便是增加收入。希透過本研究建立芒果灌溉模式，達到芒果水分供應精準管理、穩定生產及提高品質的目標。未來擬增加供水次數與供水量，並設立小型氣象站，瞭解微氣候包括雨量與氣溫，最後再搭配作物生長量的紀錄，以隨時調整灌溉水量。藉由改變田間微氣候相以探討水分與肥培管理對果實產量與品質之影響。

2–3 月的盛花到幼果期，此時氣候漸暖，薊馬族群漸上升，此時間點為影響果實品質的關鍵時期，務必做好小黃薊馬防治。10–11 月的薪梢期可用藥效較長的藥劑，除降低新梢被害率，也可減少用藥次數。套袋前最後一次施藥，採用安全採收期短的藥劑，或是使用有機資材做最後一次的防治，可避免藥劑殘留。

參考文獻

呂金印、山侖、高俊風。 2002。非充分灌溉及其生理基礎。西北植物學報 22(6):1512–1517。

林宗賢編審。2005。優質檬果整合性生產、採後處理與品質作業規範。

林晉卿、江汶錦。2012。肥料施用技術對甜瓜品質影響的初步研究。提昇施肥技術與管理研討會論文集 p.107–114。中華土壤肥料學會編印。

林慶喜、陸應政、邱澄文。1992。果樹立體施肥機介紹。花蓮區農業專訊 1:14–17。

邱國棟。2010。芒果生產管理技術。農業世界 327:14–18。

黃政龍。2010。無線土壤水分感測系統在番荔枝果園之應用。臺東區農業專訊 73：18–20。

張哲瑋、林慧玲、顏昌瑞、李國權。1994。灌溉及不同氮肥施用量對愛文檬果產量、果實品質及葉片礦物元素濃度之影響。第 21–29 頁。臺灣經濟果樹栽培技術及應用研究研討會專輯。

張錦興、卓家榮、鄭安秀、林明瑩。2009。芒果合理化施肥技術。臺南區農業改良場技術專刊本(141)pp20。

張明聰、陳清義。1991。土壤水分條件影響芒果生理特性之研究。中國園藝 37(2):100–113。

郭嘉樹。2001。果園等壓滴水灌溉系統之結構及應用。臺東區農業專訊 38：13–15。

黃鴻章、黃振文、謝廷芳。2008。作物有機栽培之病害管理技術。第 248–64 頁。永續農業之植物病害管理。國立中興大學。臺中。 pp319。

謝俊夫。1995。果園灌溉自動化介紹。 P.12–13。施藥技術服務。農機中心編印。

劉銘峰。1994。檬果栽培技術。久洋出版社。

Bally, I. S. E., M. Harris, and A. W. Whiley. 2000. Effect of water stress on flowering and yield of 'Kensington Pride' mango (*Mangiferaindica* L.). Acta Hort. 509:277–281.

Hutton, R.J. and B.R. Loveys. 2011. A partial root zone drying irrigation strategy for citrus—Effects on water use efficiency and fruit characteristics. Agricultural Water Management 98, 1485–1496.

Job, J. -R. 1989. Fertilizer application rates, soil fertilities, yields and qualities of mangoes in Taiwan. Soil and fertilizer experiment report. Department of Agriculture and forest, Taiwan Province, Taichung, pp.201–229.

Karar, H., M.J. Arif, H.A. Sayyed, S. Saeed, G. Abbas and M. Arshad. 2009. Integrated pest management of mango mealy bug (Drosichamangiferae) in mango orchards. Int. J. Agric. Biol., 11: 81–84.

Koo, R.J.C. and T.W. Young. 1972. Effects of age and position on mineral composition of mango leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:792–794.

Majid, M.B, Tong X.L., Feng J.N., Chen X.X. 2011.Thrips (Insecta: Thysanoptera) of China. Check List 7(6):720–744.

Migliaccioa, K. W., B. Schaffera, J. H. Cranea, F. S. Daviesb, 2010, Plant response to evapotranspiration and soil water sensor irrigation scheduling methods for papaya production in south Florida, Agricultural Water Management 97, 1452–1460.

Mound, L.A. 2007. Thysanoptera (Thrips) of the World- a checklist. http://www.ento.csiro.au/thysanoptera/worldthrips.html

Mound, L.A., Kibby G. 1998. CIE Guides to Insects of Importance to Man. 2.Thysanoptera: an identification guide (2nd ed.). CAB International U. K.

Newman, H. 2012. Citrus irrigation recommendations. Farm note No. 544 Gov. of Western Astralia. Pe´rez-Pe´rez, J. G., P.Romero, J. M. Navarro, P. Bot´a, 2008, Response of sweet orangecv ‘Lane late’ to deficit irrigation in two rootstocks. I:Water relations, leaf gas exchange and vegetative growth. Irrig Sci. 26:415–425.

Pena, J. E., A. I. Mohyuddin and M. Wysoki. 1998. A review of the pest management situation in mango agroecosystems. Phytoparasitica 26:129-148.

Perez-Barraza, M. H., V. Vazquez-Valdivia. and J. A. Osuna-Garcia. 2009. Floral Bud Development of ‘Tommy Atkins’ mango under tropical condition in Nayarit,Mexico. Proc. VIIIth Int. Mango Symposium.Acta. Hort p.197–204.

Ramírez, F., and L. D. Thomas. 2010. Mango (*Mangiferaindica* L.) flowering physiology. ScientiaHorticulturae., 126: 65–72.

Ramírez, F., L. D. Thomas., and F. Gerhard. 2010. The number of leaves required for floral induction and translocation of the florigenic promoter in mango (*Mangiferaindica* L.) in a

tropical climate. ScientiaHorticulturae, 123:443–453.

Spreer, W., Nagle, M.C., Neidhart, S., Carle, R., Ongprasert, S., Mueller, J. 2007. Effect of regulated deficit irrigation and partial rootzone drying on the quality of mango fruits (Mangiferaindica L., cv. ‘Chok Anan’). Agricultural Water Management, 88 (1-3):173–180.

Spreer, W., Ongprasert, S., Hegele, M., Wünsche, J.N., Müller, J. 2009. Yield and fruit development in mango (Mangiferaindica, L., cv. Chok Anan) under different irrigation regimes.Agricultural Water Management, 96: 574–584.

U.S. Environmental Protection Agency. 2010. Integrated Pest Management (IPM) principles.(http://www.epa.gov/opp00001/factsheets/ipm.htm)

Yamamura, K., K. Kiritani. 1998. A simple method to estimate the potential increase in the number of generations under global warming in temperature zones. Appl. Entomol. Zool. 33(2):289–298.

Yamaguchi, T., K. Kiritani, K. Matsuhira, K. Fukuda. 2001. The influence of unusual hot weather on occurrence of several arthropod crop pests. (in Japanese with English abstract) J. Appl. Entomol. Zool. 45(1):1–7.

Yang, Q., F. Zhang and F. Li. 2011.Effect of different drip irrigation methods and fertilization on growth, physiology and water use of young apple tree.ScientiaHorticulturae, 129:119–126.

Young, T.W. and R.J.C. Koo. 1969. Mineral composition of Florida mango leaves. Proceedings of the Florida State Hort. Soc. 82:324–328.

Young, T.W. and R.J.C. Koo. 1971. Variations in mineral content of Florida mango leaves. Proceedings of the Florida State Hort. Soc.84:298–303.

The Health Management Models for Mango

Jui-Chang Huang[1], H. W. Huang[1], C. H. Chang[2*], M. Y. Lin[1,3], C. C. Chang[1], Y. F. Wu[1], C.-C. Pan[1], Z.-R. Chuo[1], A. S. Cheng[1], A. H. Yang[2]

[1] Associate Researcher, Assistant Researcher, Associate Researcher, Assistant Researcher, Assistant Researcher, Assistant Researcher, Retired Technical Specialist Associate and Researcher and Chief of Section, Crop Environment Section, Tainan District Agricultural Research and Extension, COA.

[2] Associate Researcher and Researcher and Chief of Section, Crop Improvement Section, Tainan District Agricultural Research and Extension, COA.

[3] Associate Professor, National Chia-yi University. Chia-yi Taiwan.

[*] Corresponding author, email: cschang@mail.tndais.gov.tw

Abstract

Mango productions in Tainan district almost grow in hillside, that would make the farmer perform in that orchards difficult. Mango is perennial, factors such as climate, condition of trees, cultivation methods, disease, and pests may influence mango farm management very much. These factors unstabilized the quality and yield of mangos production. An integrated production system including species selection, cultivation technology and field management, could be the answer to control fruit quality and diseases more effectively. In 2011, on-the-spot inspection, we found that only 26 kg/ha of fertilizers was used in 4 production and marketing groups in Tainan district. The reason for that is it is difficult to fertilizing in hillside orchards. We try the method of deep application of fertilizer in 2 major mango production areas, Nanhua and Yujing, respectively. After 2 years trials, we found there was no significant different in all the items of mango quality analysis, except for the yields was increased from 128 to 137 fruits per plant in Nanhua area. To make the integrated production system more detailed and efficiency, we map out the irrigation system to try if it may work with fertilization system in hillside orchards. By thesoil analysisdata of twotestareas show thatsoil pHandorganic matter contentare all on low level.Therefore, to promote the nutrient availability, rational fertilizer must be used.

To raise the soil pH,magnesia lime must be added. Leaf analysis data showed thatall elements in Nanhuaarea, all the mineral elements content of the treatmentwere higher than those usedchemical fertilizers by the famers (the conventional method), except magnesium concentration. In Yujingtest, all the mineral elements content of the treatment are all equal to or higher than those the conventional method, except potassium level. Therefore rational fertilizationcan promotenutrients absorption, and thus increase theyield and quality offruit, we found therational fertilizationtwotest areas, the yield was increased about 13.5 to30 percent, respectively. Total soluble solids content was higher, increased about 0.2–1°Brix,foundon the treatments which were rational fertilizationandrational fertilization add organic fertilizers with water management for irrigation,andrational fertilization can reducefruitacidity, especially in Yujingrational fertilization add organic fertilizers with water management for irrigationtest area, thesugar/acid ratiois the highest. Finally, to decrease the thrips (*Scirtothripsdorsalis*) damage on mango peel, we set up the monitor system at Yuching and Nanhua that can inform the farmer to control the thrips if their population is over 40 per week. From 2012 to 2014, we found the insects population increased major in April to July and October to November every year. By sending the news-letter in mobile phone timely if the population is over 40, the fruits peel were perfect in all the orchards we set up the monitor system. The fruit quality in 1st degree is selected up to 40% in 2012 and 60% in 2014. The data showed it worked.

Keywords: Mango, Deep Application of Fertilizer, Irrigation, *Scirtothripsdorsalis,* Health management, Integrated Production System.